



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Qualità acustica di pareti in laterizio in edifici

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Qualità acustica di pareti in laterizio in edifici esistenti / E. Nannipieri; S. Secchi. - In: COSTRUIRE IN LATERIZIO. - ISSN 0394-1590. - STAMPA. - 141:(2011), pp. 56-61.

Availability:

This version is available at: 2158/771256 since:

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

Qualità acustica di pareti in laterizio in edifici esistenti

La ricerca ha come oggetto sia l'analisi delle prestazioni acustiche degli edifici residenziali esistenti sia la determinazione di soluzioni tecnologiche atte a limitare la trasmissione del rumore nel campo della ristrutturazione e riqualificazione edilizia. L'indagine si basa su un'analisi di tipo statistico delle tecnologie maggiormente diffuse per la costruzione degli edifici italiani dal dopoguerra ad oggi e sui risultati di misurazioni e valutazioni previsionali per le prestazioni acustiche dei diversi componenti edilizi interessati

Il rumore domestico, secondo vari studi condotti a livello europeo, è una delle principali cause di disturbo sonoro. In ambito residenziale, infatti, le attività dei vicini sono da sempre fonte di fastidio, non solo per la natura e il contenuto energetico delle sorgenti, ma anche per le diverse abitudini di vita delle persone, per i fattori psicologici e per i rapporti umani.

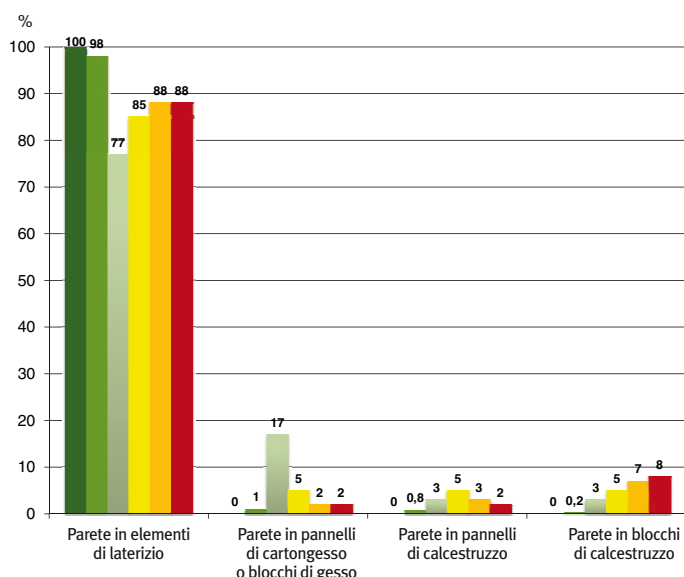
Il quadro normativo italiano ha per lungo tempo ignorato l'isolamento acustico degli edifici e, per questo motivo, la sensibilità progettuale e le esperienze acquisite risentono oggi di un considerevole ritardo rispetto ad altri contesti europei. Le città, inoltre, sono spesso più rumorose di quanto lo fossero qualche decennio fa e questo impone migliori livelli di protezione acustica rispetto ai rumori. Alcuni Paesi europei (Francia, Gran Bretagna, Spagna) hanno cercato di risolvere la questione adottando codici di pratica modellati su tecnologie disponibili e ormai consolidate. L'Italia necessita di un documento simile, ma con soluzioni tecniche che tengano conto della pratica esecutiva tipica del nostro contesto nazionale. La ricerca oggetto di questa nota, originata da tali presupposti e sviluppata dagli autori presso il Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura dell'Università di Firenze, con la collaborazione del Gruppo di Acustica Edilizia dell'Associazione Italiana di Acustica, si è posta il duplice obiettivo di delineare le qualità fonoisolanti degli edifici residenziali costruiti in Italia dal dopoguerra ad oggi e di determinare le soluzioni tecnologiche atte a migliorare il comfort abitativo.

Sulla base degli obiettivi prefissati, la metodologia di ricerca scelta ha affrontato il problema su più livelli conoscitivi e attraverso punti di vista diversi. La prima fase, rivolta a conoscere la recente tradizione costruttiva del Paese e le prestazioni acustiche degli edifici residenziali, è stata caratterizzata dallo studio delle soluzioni costruttive e dei

materiali edili utilizzati negli ultimi sessanta anni e dall'analisi, su base statistica, delle prestazioni acustiche dei singoli componenti. La seconda fase ha avuto un approccio sperimentale per conoscere sul campo (con misure di laboratorio ed *in situ*) le problematiche più ricorrenti e cercare di individuare i punti deboli della messa in opera dei componenti. La terza fase, di carattere prevalentemente propositivo, è consistita nella definizione delle soluzioni tecnologiche più appropriate a soddisfare le classi acustiche proposte dalla nuova norma UNI 11367^[1]. I risultati presentati nell'articolo sono limitati ai divisori verticali interni; analoghe indagini sono state condotte sui divisori orizzontali e sistemi di facciata^[2].

La situazione normativa Il primo documento legislativo emanato in Italia sull'isolamento acustico degli edifici è la Circolare Ministeriale n.1769 del 30 aprile 1966, "*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie*"^[3]. Essa aveva lo scopo di stabilire le modalità per la valutazione qualitativa e quantitativa della protezione contro i rumori in un edificio; le indicazioni della Circolare, che individuava due classi d'isolamento acustico (normale e superiore), erano però riferite alle sole costruzioni di edilizia civile sovvenzionata.

I requisiti di protezione acustica dei nuovi edifici sono stati successivamente normati in maniera completa e cogente dal DPCM 5/12/97^[4]; tale documento, che nasce come decreto attuativo della Legge Quadro n. 447/95, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici e i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore. Il provvedimento normativo classifica, secondo categorie di destinazione d'uso, gli ambienti abitativi e, per ciascuna categoria, stabilisce i limiti accettabili per i differenti parametri acustici.



1. Evoluzione delle scelte costruttive utilizzate per realizzare i divisori verticali interni.

■ anni 50 ■ anni 60 ■ anni 70 ■ anni 80 ■ anni 90 ■ anni 00

Nel prossimo futuro dovrà essere pubblicato il nuovo testo legislativo concernente i criteri per la progettazione, esecuzione e ristrutturazione delle costruzioni edilizie e la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici. Per un approfondimento sulla materia, si rimanda all'articolo pubblicato su questa stessa rivista (Secchi S., Nannipieri E., *La classificazione acustica degli edifici. Principi base, metodologia e casi studio*, Costruire in Laterizio n. 137, sett-ott. 2010).

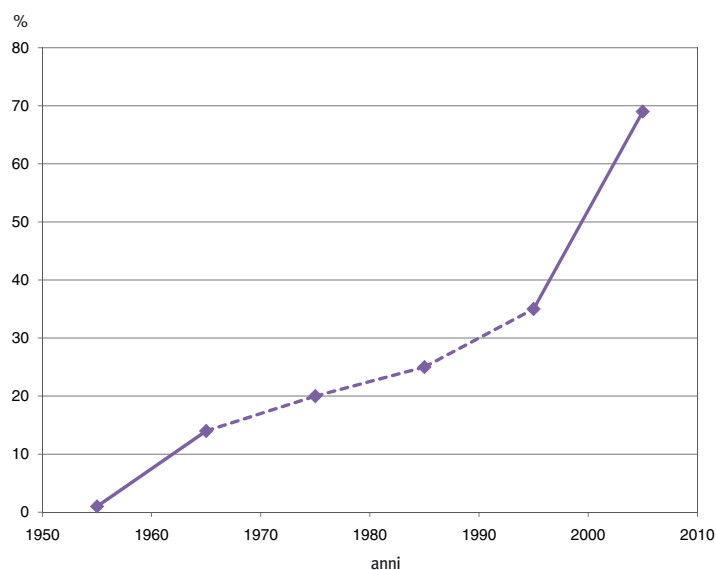
In tabella 1 sono riportati i valori limite dei requisiti acustici passivi individuati dai documenti citati^[1, 3, 4].

Le partizioni verticali interne: tecnologie costruttive e materiali

I risultati di alcune ricerche universitarie^[5, 6], le indagini statistiche condotte da Cresme, Andil e Anit^[7, 8, 9] e i dati annui relativi alla produzione dei materiali hanno permesso di individuare le tipologie costruttive più diffuse, nel periodo compreso tra il 1949 e il 2009, per la realizzazione dei divisori verticali interni.

In fig. 1⁽¹⁾ è riportata, per ogni decennio preso in considerazione, l'incidenza in percentuale di ogni tipologia di parete.

I divisori in elementi di laterizio, come mostra il grafico, sono particolarmente diffusi nel nostro territorio, a differenza delle altre tecnologie costruttive che, nel corso degli anni, hanno avuto un'incidenza minore. Le pareti in pannelli di cartongesso o in blocchi di gesso hanno avuto la loro maggiore diffusione negli anni '70, mentre le pareti in pannelli prefabbricati di calcestruzzo si sono incrementate tra la fine degli anni '70 e i primi anni '80; infine, le pareti in blocchi di calcestruzzo alleggerito hanno avuto nel tempo una tendenza alla crescita, seppure caratterizzata da percentuali basse rispetto al totale delle pareti realizzate. Nel corso degli anni, grazie alla maggiore sensibilità nei confronti del benessere acustico e termico, si è diffuso l'uso delle pareti a doppio strato con intercapedine isolata (fig. 2)⁽¹⁾, nonostante la presenza di materiale isolante nell'intercapedine non sia sufficiente a garantire un buon isolamento acustico, sia per i comuni errori di messa in opera, sia per il processo di deterioramento subito da alcuni dei materiali coibenti impiegati.



2. Diffusione delle pareti a doppio strato con intercapedine isolata.

— dati reali - - - dati stimati

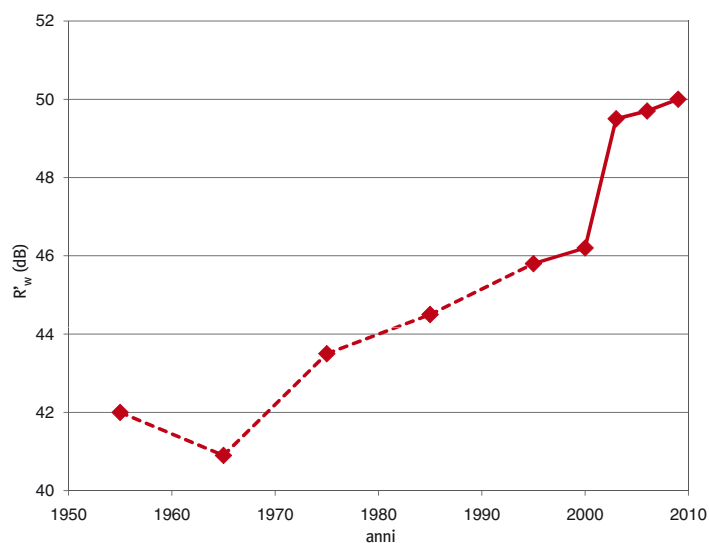
Le partizioni verticali interne: evoluzione delle prestazioni acustiche

Le modifiche alle tecniche costruttive che si sono verificate in questi anni e il perfezionamento della normativa e della legislazione vigente in materia hanno avuto importanti ricadute sulla qualità acustica degli edifici realizzati nel nostro Paese. Per analizzare l'evoluzione delle prestazioni acustiche dei divisori verticali interni, sono stati utilizzati dati provenienti sia da misurazioni in opera che da stime basate sulle caratteristiche dei materiali e sulle tecnologie costruttive adottate. In questo secondo caso, che riguarda i decenni del secolo passato, la massa areica e il potere fonoisolante dei singoli elementi sono stati determinati da certificati di laboratorio o da valori riportati in letteratura; in alcuni casi, per determinare il valore del potere fonoisolante è stato invece necessario ricorrere a formule empiriche basate sulla massa superficiale delle singole pareti considerate. Il potere fonoisolante apparente (R'_w), comprendente anche le trasmissioni laterali, è stato infine stimato applicando il metodo semplificato definito dalla parte 1 della UNI EN 12354^[10, 11].

La prestazione acustica degli edifici realizzati nell'ultimo decennio è stata, invece, valutata sulla base dei risultati di un'indagine proposta e condotta dagli autori nel biennio 2008-2009^[12]. La ricerca ha raccolto dati provenienti da circa dieci gruppi di tecnici di università, enti di controllo e studi professionali che hanno condotto misure

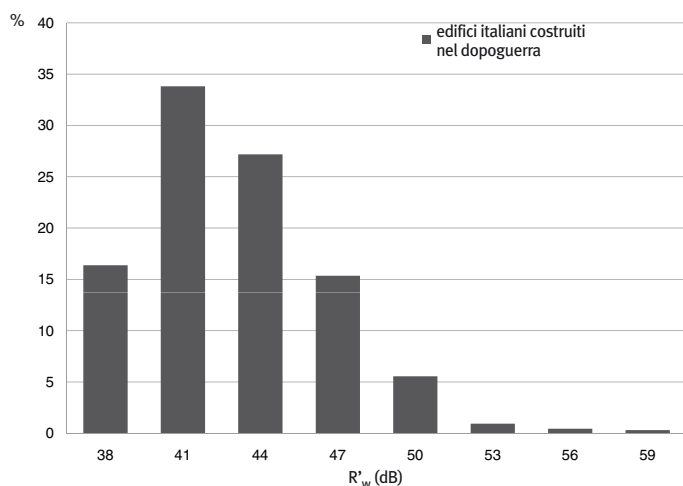
1 Requisiti acustici passivi individuati dai documenti normativi nazionali che si sono succeduti nel corso degli anni.

Requisito	Circ. Min. n. 1769/1966		DPCM 5/12/97	UNI 11367			
	Isol. superiore	Isol. normale		I	II	III	IV
R'_w (dB)	42	36	50	56	53	50	45
L'_{nw} (dB)	68	74	63	53	58	63	68
$D_{2m,nT,w}$ (dB)			40	43	40	37	32
L_{Aeq} (dB)	33	36	35	25	28	32	37
L_{Amax} (dB[A])	36	40	35	30	33	37	42

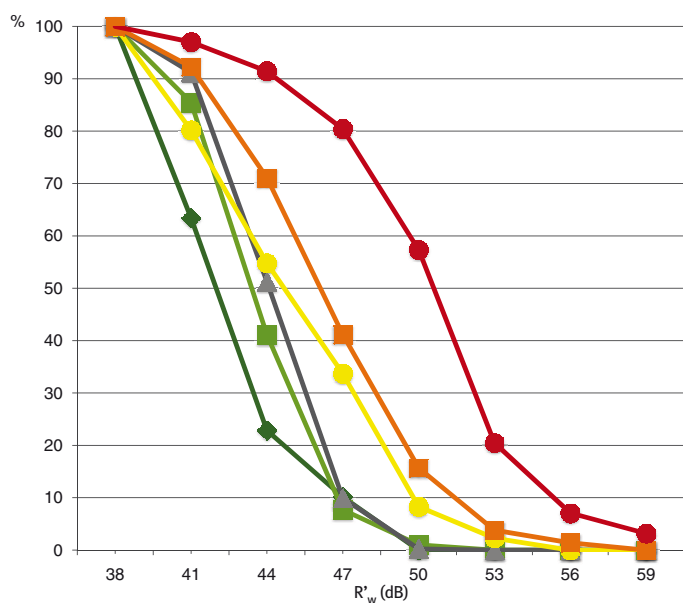


3. Valori di R'_w dei divisori interni verticali analizzati nei vari decenni.

— dati reali - - - - - dati stimati



4. Valori di R'_w delle pareti analizzate nel periodo di riferimento della ricerca (1950-2010).



5. Percentuale di valori di R'_w rispetto al decennio di costruzione dell'edificio.

—◆— anni 50 —■— anni 60 —▲— anni 70 —●— anni 80 —■— anni 90 —●— anni 00

acustiche in edifici residenziali nel centro e nel nord Italia (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Toscana, Trentino Alto Adige, Umbria, Veneto)^[13].

La fig. 3 illustra l'evoluzione del potere fonoisolante apparente (R'_w) del "divisorio verticale tipo" individuato per ogni decennio. Il limite imposto dall'attuale normativa in materia è raggiunto solo dalle ultime pareti realizzate; il dato evidenzia chiaramente l'effetto dell'entrata in vigore (nel 1998) del DPCM 5/12/97, che ha reso obbligatorio il rispetto dei requisiti di protezione acustica passiva degli edifici. Tra gli anni '50 e '60, invece, si nota un modesto peggioramento delle prestazioni acustiche dei divisori verticali interni, dovuto principalmente ad una concezione della muratura più leggera rispetto al decennio precedente. Le linee tratteggiate nel grafico mostrano i valori che sono stati stimati, mentre le linee piene indicano valori individuati con misure in opera. Sulla base dei dati relativi all'epoca di costruzione degli edifici, è stato possibile determinare l'andamento in percentuale della prestazione acustica dei divisori verticali interni negli edifici residenziali costruiti dal dopoguerra ad oggi. Nell'insieme, solo una modesta percentuale di alloggi garantisce attualmente un livello di isolamento al rumore aereo, tra unità immobiliari confinanti, sufficiente (fig. 4). In fig. 5, è rappresentato l'andamento in percentuale della prestazione acustica (R'_w) dei divisori verticali interni rispetto al decennio di costruzione dell'edificio.

Correzione acustica di divisori verticali interni Per limitare la trasmissione di rumore in ambienti interni, sono state individuate alcune soluzioni tecnologiche da applicare alle partizioni esistenti. I sistemi proposti offrono un incremento dell'isolamento acustico sfruttando diverse caratteristiche come l'inerzia della parete o il disaccoppiamento strutturale degli strati componenti.

A seguire, sono riportate alcune delle tecnologie conosciute per migliorare la prestazione acustica di divisori verticali in laterizio.

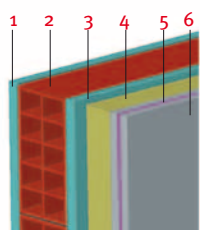
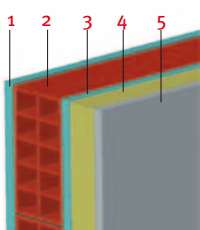
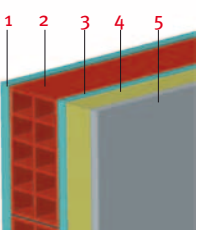
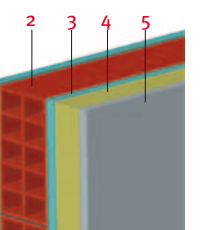
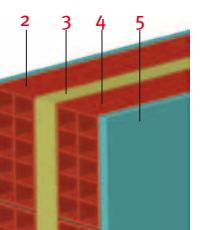
La *controparete su orditura metallica* in lastre di gesso rivestito, accoppiate a pannelli fonoassorbenti, consente di incrementare sensibilmente il potere fonoisolante di un divisorio esistente.

Il miglioramento prestazionale dovuto a questo tipo d'intervento è dovuto al fatto che esso realizza un sistema di due masse disaccoppiate; il funzionamento ottimale si ottiene limitando le connessioni rigide tra struttura di base e controparete. L'entità del miglioramento dipende dal potere fonoisolante iniziale, e quindi dalla massa superficiale della muratura di partenza, dalla frequenza di risonanza del sistema risultante e dalle caratteristiche del materiale fonoassorbente posto nell'intercapedine.

Nella messa in opera, la controparete deve essere completamente desolidarizzata dalle strutture laterali con bande resilienti e, se composta da due strati di pannelli in cartongesso, i giunti di questi devono essere stuccati e fra loro sfalsati.

Il *rivestimento a pelle resiliente* è costituito da materiale fonoassorbente applicato a lastre di cartongesso installate direttamente sulla struttura di base.

Il comportamento acustico di questa soluzione è simile a quello descritto per la controparete su orditura metallica; l'incremento del

				
1. intonaco (1,5 cm) 2. mattone forato (12x25x25 cm) 3. intonaco (1,5 cm) 4. pannelli in fibre di poliestere (40 mm) 5. lamina di rivestimento in polipropilene (4 mm) 6. controparete con lastre di cartongesso (2x12,5 mm)	1. intonaco (1,5 cm) 2. mattone forato (8 cm) 3. intonaco (1,5 cm) 4. pannelli in lana di vetro (40 mm) 5. lastra di cartongesso (12,5 mm)	1. intonaco (1,5 cm) 2. mattone forato (12x25x25 cm) 3. intonaco (1,5 cm) 4. lamina di poliestere ad alta densità rivestita da feltro di poliestere, 10 mm 5. lastra di cartongesso (12,5 mm)	1. intonaco (1,5 cm) 2. mattone forato (12x25x25 cm) 3. intonaco (1,5 cm) 4. pannello in lana di legno (50 mm) 5. lastra di cartongesso (12,5 mm)	1. intonaco (1,5 cm) 2. mattone forato (8 cm) 3. intonaco (1,5 cm) 4. pannello in lana di roccia (50 mm) 5. nuovo strato muratura in forati (12 cm) 6. intonaco (1,5 cm)
59 €/m ² R' _w = 61 dB	17 €/m ² R' _w = 53 dB	50 €/m ² + R' _w = 52 dB	35 €/m ² R' _w = 57 dB	99 €/m ² R' _w = 54 dB

6. Soluzioni tecnologiche di divisori prese in esame per limitare la trasmissione di rumori aerei interni.

potere fonoisolante è legato allo spessore del materiale fonoassorbente e della lastra stessa. Questa soluzione può sostituire o completare il tradizionale intonaco.

La *controparete in muratura*, caratterizzata da un'elevata massa superficiale e da un materiale fonoassorbente posto nell'intercapedine, permette di realizzare una parete a doppio strato a partire da una a singolo strato. La soluzione non è sempre applicabile dal momento che comporta un consistente aumento di spessore del divisorio; inoltre, se non realizzata con i dovuti accorgimenti (desolidarizzazione del nuovo strato in muratura dalle strutture laterali, riempimento adeguato con malta dei giunti verticali e orizzontali, fissaggio del materiale fonoassorbente alla parete esistente con appositi tasselli o adesivi), la posa in opera può ridurre sensibilmente le prestazioni acustiche del sistema parete-controparete rispetto ai valori misurati in laboratorio.

L'*inserimento di materiale isolante all'interno dell'intercapedine di una parete a doppio strato* permette di creare un sistema che abbina a componenti rigidi e di massa elevata (i due divisori) un materiale fonoassorbente e smorzante. I materiali iniettati sono solitamente schiume dalle proprietà fonoassorbenti. Attualmente non esistono rapporti di laboratorio per certificare il miglioramento acustico della soluzione proposta.

Per ognuna delle tecnologie individuate, è stata compilata una scheda con le caratteristiche base dei componenti di ogni sistema, le modalità per una corretta messa in opera, i dettagli costruttivi, alcuni valori certificati della prestazione acustica e un'analisi dettagliata dei costi basati sui dati forniti direttamente dai produttori dei singoli componenti o pubblicati, nell'autunno del 2009, dal prezzario del Bollettino degli Ingegneri della Toscana. Alcune delle prestazioni acustiche delle soluzioni individuate sono state certificate in laboratorio dagli autori.

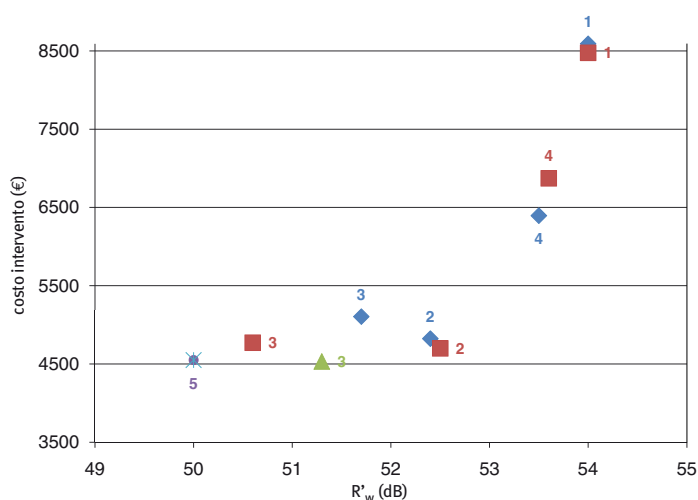
Applicazione ad un edificio tipo delle soluzioni individuate

Le soluzioni individuate sono state applicate, per ogni decennio, ad un alloggio tipo ritenuto rappresentativo di quel periodo. Le nuove prestazioni acustiche, ottenute a seguito dei vari interventi

descritti, sono state valutate sul piano economico con riferimento ai livelli prestazionali previsti dalla nuova norma sulla classificazione acustica^[1]. La descrizione dei divisori verticali e orizzontali tipo, rappresentativi di ogni decennio, è stata definita sulla base di un'indagine di tipo statistico sugli edifici costruiti nei vari periodi.

Nella tab. 2 è riportato il dettaglio dei vari divisori con le caratteristiche fisiche, geometriche e prestazionali dei singoli componenti.

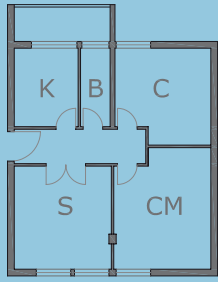
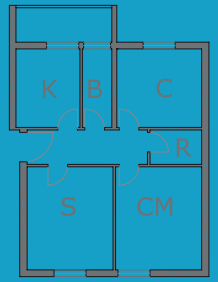
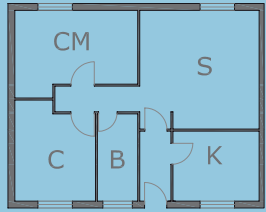
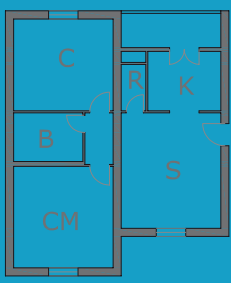
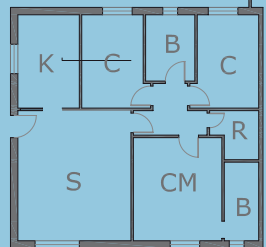
I valori di R'_w e di L'_{nw} sono stati, in alcuni casi, stimati e in altri estrapolati da certificati di prova originali dell'epoca a cui fanno riferimento. Successivamente, sono stati stimati, con i modelli empirici indicati dalla serie di norme UNI EN 12354, gli indici di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w del divisorio interno verticale e del solaio, del livello normalizzato di rumore da calpestio L'_{nw} del solaio e dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$. Infine, è stata valutata la classe acustica dell'unità immobiliare tipo sulla base della procedura definita dalla norma UNI 11367^[1].



7. Costo e prestazione acustica di alcuni interventi di risanamento proposti per migliorare la prestazione di divisori verticali interni: il numero sopra l'indicatore indica la soluzione tecnica riferita all'elenco di figura 6^[24].

◆ anni 50 ■ anni 60 ▲ anni 70 ● anni 80 ✕ anni 90

2 Descrizione e classificazione degli appartamenti tipo individuati per ogni decennio.

anni 50 Sup. totale: 84 m ² Cucina: 10 m ² ; 13 m Bagno: 6 m ² ; 11 m Soggiorno: 20 m ² ; 18 m Camera matrim.: 20 m ² ; 18 m II camera: 16 m ² ; 16 m Corridoio, ripost.: 12 m ² ; 19 m Sup. finestra: (1,4x1,5) m ²		Parete esterna Muratura a due teste in mattoni pieni, intonaco interno. Spess. 27 cm (25 cm mat. + 2 cm int.), m' = 444 kg/m ² . Finestra con vetro semplice (3 mm), telaio in legno. $R_{w,muro} = 53 \text{ dB}$, $R_{w,vetro} = 23 \text{ dB}$ $D_{2m,nT,w} = 30 \text{ dB}$	Parete tra alloggi Parete semplice in elementi di laterizio intonacata. Spess. 15 cm (1,5 cm int. + 12 cm for. + 1,5 cm int.), m' = 150 kg/m ² $R_w = 43 \text{ dB}$ $R'_w = 42 \text{ dB}$
		Solaio Solaio in laterocemento gettato in opera. Spess. 30 cm (24 cm solaio strutt. + 6 cm pav.), m' = 361 kg/m ² $R_w = 51 \text{ dB}$, $L_{nw} = 83 \text{ dB}$ $R'_w = 47 \text{ dB}$; $L'_{nw} = 85 \text{ dB}$	Tramezza Parete semplice in elementi di laterizio intonacata. Spess. 10 cm (1 cm int. + 8 cm for. + 1 cm int.), m' = 100 kg/m ² $R_w = 41 \text{ dB}$
	Classe acustica $D_{2m,nT,w}$: nc	Classe acustica R'_w ⁽²⁾: nc	Classe acustica L'_{nw}: nc
anni 60 Sup. totale: 70 m ² Cucina: 10 m ² ; 13 m Bagno: 6 m ² ; 11 m Soggiorno: 15 m ² ; 16 m Camera matrim.: 15 m ² ; 16 m II camera: 14,3 m ² ; 15,2 m Corridoio, ripost.: 9 m ² ; 15 m Sup. finestra: (1,3x1,5) m ²		Parete esterna Parete a cassetta con strato esterno in mattoni pieni e strato interno con forati intonacati. Spess. 30 cm (12 cm mat. + 5 cm aria + 8 cm for. + 1,5 cm int.), m' = 382 kg/m ² . Finestra con vetro semplice (3 mm), telaio in legno. $R_{w,muro} = 52 \text{ dB}$, $R_{w,vetro} = 23 \text{ dB}$ $D_{2m,nT,w} = 33 \text{ dB}$	Parete tra alloggi Parete semplice in elementi di laterizio intonacata. Spess. 15 cm (1,5 cm int. + 12 cm for. + 1,5 cm int.), m' = 150 kg/m ² $R_w = 43 \text{ dB}$ $R'_w = 42 \text{ dB}$
		Solaio Solaio in laterocemento con travetti prefabbricati. Spess. 30 cm (24 cm solaio strutt. + 6 cm pav.), m' = 340 kg/m ² $R_w = 50 \text{ dB}$, $L_{nw} = 84 \text{ dB}$ $R'_w = 47 \text{ dB}$; $L'_{nw} = 86 \text{ dB}$	Tramezza Parete semplice in elementi di laterizio intonacata. Spess. 10 cm (1 cm int. + 8 cm for. + 1 cm int.), m' = 100 kg/m ² $R_w = 41 \text{ dB}$
	Classe acustica $D_{2m,nT,w}$: IV	Classe acustica R'_w ⁽²⁾: nc	Classe acustica L'_{nw}: nc
anni 70 Sup. totale: 73 m ² Cucina: 10 m ² ; 13 m Bagno: 5,3 m ² ; 10 m Soggiorno: 23 m ² ; 19,2 m Camera matrim.: 15,2 m ² ; 16 m II camera: 12,3 m ² ; 14,8 m Corridoio, ripost.: 7 m ² ; 16,8 m Sup. finestra: (1,3x1,5) m ²		Parete esterna Parete a cassetta in elementi di laterizio, intonacata. Spessore 28 cm (1,5 cm int. + 12 cm for. + 4 cm aria + 8 cm for. + 1,5 cm int.) m' = 267 kg/m ² . 1970-76 finestra con vetro semplice (4 mm), telaio legno. 1976-79 finestra con vetro camera (4/6/4), telaio in metallo o legno $R_{w,muro} = 47 \text{ dB}$, $R_{w,vetro} = 27 \text{ dB}$ $D_{2m,nT,w} = 33 \text{ dB}$	Parete tra alloggi Parete a cassetta in elementi di laterizio, intonacata. Spess. 20 cm (1 cm int. + 8 cm for. + 2 cm aria + 8 cm for. + 1 cm int.), m' = 150 kg/m ² $R_w = 44 \text{ dB}$ $R'_w = 43 \text{ dB}$
		Solaio Solaio in laterocemento con travetti prefabbricati. Spess. 30 cm (24 cm solaio strutt. + 6 cm pav.), m' = 340 kg/m ² $R_w = 50 \text{ dB}$, $L_{nw} = 84 \text{ dB}$ $R'_w = 46 \text{ dB}$; $L'_{nw} = 86 \text{ dB}$	Tramezza Parete semplice in elementi di laterizio intonacata. Spess. 10 cm (1 cm int. + 8 cm for. + 1 cm int.), m' = 100 kg/m ² $R_w = 41 \text{ dB}$
	Classe acustica $D_{2m,nT,w}$: IV	Classe acustica R'_w ⁽²⁾: nc	Classe acustica L'_{nw}: nc
anni 80 Sup. totale: 70 m ² Cucina: 9,1 m ² ; 12,2 m Bagno: 3,6 m ² ; 7,8 m Soggiorno: 14 m ² ; 15 m Camera matrim.: 14 m ² ; 15 m II camera: 14 m ² ; 15 m Corridoio, ripost.: 5,4 m ² ; 13,8 m Sup. finestra: (1,2 x 1,35) m ²		Parete esterna Parete con blocchi di laterizio, intonacata. Spess. 33 cm (1,5 cm int. + 30 cm blocco + 1,5 cm int.) m' = 330 kg/m ² . Finestra con vetro camera (4/6/4), telaio in metallo/legno $R_{w,muro} = 46 \text{ dB}$, $R_{w,vetro} = 31 \text{ dB}$ $D_{2m,nT,w} = 35 \text{ dB}$	Parete tra alloggi Parete a cassetta in elementi di laterizio, intonacata. Spess. 28 cm (1 cm int. + 12 cm for. + 2 cm aria + 12 cm for. + 1 cm int.), m' = 268 kg/m ² $R_w = 47 \text{ dB}$ $R'_w = 46 \text{ dB}$
		Solaio Solaio in laterocemento con travetti prefabbricati e pav. galleggiante. Spess. 30 cm (24 cm solaio strutt. + 3 mm sughero + 6 cm pav.), m' = 340 kg/m ² $R_w = 50 \text{ dB}$, $L_{nw} = 84 \text{ dB}$ $R'_w = 46 \text{ dB}$; $L'_{nw} = 85 \text{ dB}$	Tramezza Parete semplice in elementi di laterizio intonacata. Spess. 10 cm (1 cm int. + 8 cm for. + 1 cm int.), m' = 100 kg/m ² $R_w = 41 \text{ dB}$
	Classe acustica $D_{2m,nT,w}$: IV	Classe acustica R'_w ⁽²⁾: IV	Classe acustica L'_{nw}: nc
anni 90 Sup. totale: 80 m ² Cucina: 9,1 m ² ; 12,2 m Bagno: 3,6 m ² ; 7,8 m Soggiorno: 16 m ² ; 16 m Camera matrim.: 14 m ² ; 15 m II camera: 9,1 m ² ; 12,2 m III camera: 9,1 m ² ; 12,2 m Corridoio, ripost.: 5,4 m ² ; 13,8 m Sup. finestra: (1,2 x 1,35) m ²		Parete esterna Parete a cassetta in elementi di laterizio, intonacata. Spessore 27 cm (1,5 cm int. + 12 cm for. + 4 cm lana di vetro + 8 cm for. + 1,5 cm int.) m' = 234 kg/m ² . Finestra con vetro camera (4/12/4), telaio in legno o metallo a taglio termico $R_{w,muro} = 51 \text{ dB}$, $R_{w,vetro} = 31 \text{ dB}$ $D_{2m,nT,w} = 33 \text{ dB}$	Parete tra alloggi Parete a cassetta in elementi di laterizio, intonacata. Spess. 22 cm (1 cm int. + 8 cm for. + 4 cm lana di vetro + 8 cm for. + 1 cm int.), m' = 98 kg/m ² $R_w = 50 \text{ dB}$ $R'_w = 46 \text{ dB}$
		Solaio Solaio in laterocemento con travetti prefabbricati e pav. galleggiante. Spess. 34 cm (24 cm solaio strutt. + 4 cm polietilene esp. + 6 cm pav.), m' = 340 kg/m ² $R_w = 51 \text{ dB}$, $L_{nw} = 70 \text{ dB}$ $R'_w = 47 \text{ dB}$; $L'_{nw} = 74 \text{ dB}$	Tramezza Parete semplice in elementi di laterizio intonacata. Spess. 10 cm (1 cm int. + 8 cm for. + 1 cm int.), m' = 100 kg/m ² $R_w = 41 \text{ dB}$
	Classe acustica $D_{2m,nT,w}$: IV	Classe acustica R'_w ⁽²⁾: IV	Classe acustica L'_{nw}: nc

Dalla tabella 2 emerge che gli edifici esaminati, con le prestazioni ipotizzate, non possono essere classificati acusticamente secondo i criteri stabiliti dalla nuova norma. Vengono quindi proposte diverse soluzioni, valutate anche a livello economico, per migliorare l'isolamento al rumore aereo e al rumore impattivo. In fig. 6 sono riportate alcune delle soluzioni individuate per limitare la trasmissione di rumore attraverso i divisori verticali interni, mentre in tab. 3 sono riportati i costi e le prestazioni acustiche delle pareti divisorie tipiche di ogni decennio dopo l'intervento di risanamento.

La tabella 3 evidenzia che intervenire sugli edifici esistenti per migliorarne le qualità fonoisolanti è possibile anche se il corretto isolamento acustico di un'unità immobiliare già costruita e abitata è spesso un'operazione onerosa. Per costo dell'intervento, infatti, si intende non solo la spesa necessaria a realizzare l'intervento stesso, ma anche la perdita di valore dell'immobile dovuta ad una diminuzione della superficie calpestabile degli ambienti. Non sono state prese in esame, invece, le eventuali spese per il trasferimento degli abitanti dell'unità immobiliare durante il periodo dell'intervento. Inoltre, quando la perdita di superficie comporta il venir meno delle condizioni per l'abitabilità degli alloggi tipo considerati per i vari decenni, l'intervento di risanamento acustico non è stato preso in considerazione.

In fig. 7 sono state messe a confronto le soluzioni progettate per migliorare l'isolamento acustico dei divisori verticali interni degli edifici tipo. Il costo dell'intervento aumenta in maniera proporzionale con il crescere delle prestazioni richieste e quindi, con riferimento alla nuova norma UNI, con classi acustiche più elevate.

Conclusioni L'indagine ha mostrato che in media gli edifici realizzati prima dell'entrata in vigore del DPCM 5/12/97 hanno prestazioni acustiche tali da non poter essere classificati secondo i requisiti della nuova normativa. L'evoluzione tecnologica dei prodotti da costruzione consente oggi di scegliere tra una casistica di soluzioni molto ampia per garantire il comfort acustico interno. Purtroppo, non tutte le soluzioni sono applicabili a un edificio esistente e in caso di ristrutturazione, per migliorare la qualità acustica di una costruzione, è necessario valutare l'intervento più economico e, soprattutto, meno invasivo tra quelli diffusi nella pratica del costruire. La nuova norma concernente la classificazione acustica degli edifici potrebbe incentivare la qualificazione dell'esistente creando un rapporto di trasparenza con l'utente, oltre ad allineare l'Italia agli altri Paesi europei. Migliorare il comfort interno degli edifici garantirebbe un maggior stato di benessere tra la popolazione. ¶

Note

1. Il grafico è il risultato dell'elaborazione di dati provenienti da diverse fonti. Per riferimenti dettagliati, si rimanda alla consultazione della tesi di dottorato "Analisi della qualità acustica degli edifici italiani dal dopoguerra ad oggi e soluzioni per l'adeguamento degli edifici ai nuovi standard acustici"^[2].
2. Media energetica del potere fonoisolante apparente del divisorio verticale e di quello orizzontale.

Bibliografia

- [1] UNI 11367, *Acustica in edilizia. Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera*, luglio 2010.

3 Prestazioni acustiche raggiunte con l'applicazione degli interventi proposti: è riportato l'indice di valutazione del potere fonoisolante ottenuto per il divisorio tra alloggi e la relativa classe acustica.

anni 50				
	Intervento 1	Intervento 2	Intervento 3	Intervento 4
R _w	54 dB	52 dB	52 dB	53 dB
Costo stimato	3.492 €	1.224 €	3.006 €	2.196 €
Perdita sup. tot.	1,7 %	1,2 %	0,7 %	1,4 %
Classe acustica	II	III	III	II

anni 60				
R _w	54 dB	52 dB	51 dB	53 dB
Costo stimato	3.376 €	1.100 €	2.672 €	1.952 €
Perdita sup. tot.	1,7 %	1,2 %	0,7 %	1,4 %
Classe acustica	II	III	III	II

Intervento 3		Intervento 1, 2 e 4		
R _w	51 dB	Non sono applicabili per rispettare le dimensioni minime di camere e soggiorno (Art. 2 del DM 5/7/75)		
Costo stimato	2.432 €			
Perdita sup. tot.	0,7 %			
Classe acustica	III			

Intervento 5		Intervento 1, 2 e 4		
R _w	50 dB	Non sono applicabili per rispettare le dimensioni minime di camere e soggiorno (Art. 2 del DM 5/7/75)		
Costo stimato	4.550 €			
Perdita sup. tot.	0 %			
Classe acustica	III			

Intervento 5		Intervento 1, 2 e 3 e 4		
R _w	50 dB	Non sono applicabili per rispettare le dimensioni minime di camere e soggiorno (Art. 2 del DM 5/7/75)		
Costo stimato	4.550 €			
Perdita sup. tot.	0 %			
Classe acustica	III			

anni 2000
Non si ritiene opportuno intervenire sul divisorio verticale interno essendo garantito il livello prestazionale minimo previsto dalla normativa; l'applicazione di un controplaccaggio ridurrebbe infatti la superficie dei vani e comporterebbe la demolizione di uno strato della muratura per sostituire l'isolante.

[2] Nannipieri, E., *Analisi della qualità acustica degli edifici italiani dal dopoguerra ad oggi e soluzioni per l'adeguamento degli edifici ai nuovi standard acustici*, tesi di dottorato in Tecnologia dell'Architettura e Design, Dipartimento TAeD, Università degli studi di Firenze, aprile 2010.

[3] Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966, *Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie*.

[4] DPCM 5 dicembre 1997, *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*, in G.U. serie generale n. 297 del 22 dicembre 1997.

[5] Arlati E., Garaventa S., Magnani P., Martellacci E., Scarpini G., Tronconi O., Vannuccini F., *L'evoluzione del settore edile*, Milano, CLUP, 1982.

[6] Capomolla R., Vittorini R. (a cura di), *L'Architettura INA CASA. 1949-1963*, Roma, Gangemi Editore, 2003.

[7] Cresme, Quaderno 16, *Come si costruisce in Italia. Principali risultati di una ricerca di mercato nel settore dei materiali e impianti per l'edilizia*, Roma, 1971.

[8] Cresme, *Il mercato dei prodotti in laterizio [in linea]*, saggio a cura del Cresme [citato gennaio 2009], disponibile da: <http://www.costruzioni.net/articoli/laterizi/mercato%20laterizio.pdf>.

[9] Erba, V., *Analisi del trend nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni*, in atti del 1° Convegno Nazionale sui Materiali per l'Isolamento Termico e Acustico, Sirmione, 20-21 novembre 2009.

[10] UNI EN 12354, *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti*, novembre 2002.

[11] UNI/TR 11175, *Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale*, novembre 2005.

[12] Cellai G., Nannipieri E., Fausti P., Secchi S., *Il contesto costruttivo italiano rispetto ai sistemi europei di classificazione acustica: analisi di risultati sperimentali in edifici residenziali*, in atti del 35 Convegno nazionale AIA, Milano, 11-13 giugno 2008.

[13] Nannipieri E., Secchi S., *L'evoluzione della qualità acustica degli edifici italiani*, in atti del 36 Convegno AIA, Torino, 10-12 giugno 2009.

[14] Nannipieri, E., *La riqualificazione acustica dell'edilizia italiana*, in atti del 37° Convegno AIA, Siracusa, 26-28 maggio 2010.